ISUB ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

REVISTA DE INVESTIGACIÓN EN SALUD. UNIVERSIDAD DE BOYACÁ
2023; 10 (2):18-40. doi: https://doi.org/10.24267/23897325.734

Microfocalización y estratificación epidemiológica de la leishmaniasis cutánea en el departamento de Santander (Colombia), 2010-2020

Ricardo Fabián Fábregas-Calao[1], Esyevit Karina González-Roa[1], Yaline Sánchez-Neira[2]

Resumen

Introducción: La leishmaniasis cutánea es la enfermedad de transmisión vectorial de etiología parasitaria más importante en el departamento de Santander (Colombia). El análisis nacional y territorial del evento ha estado limitado administrativamente a los ámbitos departamental y municipal. Este estudio se propuso identificar y estratificar los microfocos de transmisión de leishmaniasis cutánea a nivel veredal en Santander con datos de once años de vigilancia epidemiológica.

Materiales y métodos: Se desarrolló un análisis espaciotemporal de conglomerados desde 2010 a 2020. Se emplearon los estadísticos espaciales de Kulldorff y el local de Moran para determinar las agrupaciones de incidencias municipales y la autocorrelación de casos veredales.

Resultados: Se determinó la presencia de, al menos, once focos de transmisión activa de leishmaniasis cutánea ($p < 0,05$).

Conclusiones: Esta investigación genera la línea base de conocimiento de focos de transmisión para la vigilancia y control del evento, ya que es la primera en el país en integrar sistemas de información geográfica y estadísticos de análisis espacial en el tercer nivel territorial.

Palabras clave: análisis espacial; salud pública; epidemiología; Leishmaniasis.

[1] Secretaría de Salud de Casanare (Yopal, Colombia).

[2] Universidad de Boyacá (Tunja, Colombia).

Autora de correspondencia: Yaline Sánchez Neira. Correo electrónico: ysanchez@uniboyaca.edu.co

Citar este artículo así:

Fábregas-Calao RF, González-Roa EK, Sánchez-Neira Y. Microfocalización y estratificación epidemiológica de la leishmaniasis cutánea en el departamento de Santander (Colombia), 2010-2020. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2023;10(2):18-40. https://doi.org/10.24267/23897325.734

Fecha de recibido: 16/11/2021 **Fecha de aceptación:** 12/05/2022

Micro-Targeting and Epidemiological Stratification of Cutaneous Leishmaniasis in the department of Santander Period 2010-2020

Abstract

Introduction: Cutaneous leishmaniasis is the most important vector-borne disease of parasitic etiology in the department of Santander. National and territorial analysis of the event has been limited to the departmental and municipality level. This study identifies and stratifies the transmission microfoci at the village level in Santander.

Materials and methods: Spatiotemporal cluster analysis from 2010 to 2020 was conducted retrospectively. The spatial statistics of Kulldorff and the local of Moran were used to determine the groupings of incidents at the municipal level and the self-correlation of cases at the village level.

Results: The presence of at least 11 active transmission foci of cutaneous leishmaniasis was determined ($p < 0.05$).

Conclusions: This research generates the baseline of transmission foci for the surveillance and control for the event, being the first in the country to integrate geographic information systems, spatial analysis statistics and the third territorial level.

Keywords: spatial analysis; public health; epidemiology; Leishmaniasis.

Microfocalização e estratificação epidemiológica da leishmaniose cutânea no departamento de Santander (Colômbia), 2010-2020

Resumo

Introdução: A leishmaniose cutânea é a doença de transmissão vetorial de etiologia parasitária mais importante no departamento de Santander (Colômbia). A análise nacional e territorial do evento tem sido limitada administrativamente aos níveis departamental e municipal. Este estudo teve como objetivo identificar e estratificar os microfocos de transmissão de leishmaniose cutânea a nível de aldeia em Santander com dados de onze anos de vigilância epidemiológica.

Materiais e métodos: Foi realizado uma análise espaciotemporal de conglomerados de 2010 a 2020. Foram utilizadas as estatísticas espaciais de Kulldorff e o índice local de Moran para determinar os agrupamentos de incidências municipais e a autocorrelação de casos em aldeias.

Resultados: Foi determinada a presença de pelo menos onze focos de transmissão ativa de leishmaniose cutânea ($p < 0,05$).

Conclusões: Esta pesquisa gera a linha de base do conhecimento de focos de transmissão para a vigilância e controle do evento, sendo a primeira no país a integrar sistemas de informação geográfica e estatísticas de análise espacial no terceiro nível territorial.

Palavras-chave: análise espacial; saúde pública; epidemiologia; leishmaniose.

INTRODUCCIÓN

La leishmaniasis es una enfermedad infecciosa zoonótica causada por diferentes parásitos intracelulares obligados que pertenecen al género *Leishmania* spp. (*Tripanosomatidae*) (1), transmitida de animales al ser humano a través de la picadura de insectos de la subfamilia *Phlebotominae* (*Díptera*, *Psychodidae*) (1). Se presenta en formas clínicas que afectan piel: leishmaniasis cutánea (LC); mucosas: leishmaniasis mucosa (LM), y vísceras: leishmaniasis visceral (LV), de las cuales la LC es la más frecuente (95 % de los casos) (1). De acuerdo con los datos del SisLeish-OPS/OMS, del 2001 al 2019, se notificaron 1 028 054 casos de LC y LM por 17 de los 18 países endémicos de la región de las Américas, con un promedio de 54 108 casos por año (2).

En Colombia, la leishmaniasis es una enfermedad endémica en casi todo el territorio, con excepción de San Andrés Islas y Bogotá. Se estima que en el país existen alrededor de once millones de individuos en riesgo, con predominio de transmisión rural (1). Según la distribución nacional de casos de leishmaniasis entre 2014 y 2018, el departamento de Santander se ubicó en las posiciones segunda y quinta de incidencia nacional, al aportar entre el 6,24 % y el 10,2 % de la frecuencia nacional (1).

En salud pública, un *foco* se define como un área geográfica delimitada y circunscrita, con persistencia de casos y transmisión autóctona, en la que se presentan vectores, parásitos, reservorios y humanos (3). El término *microfocos* lo define la Organización Mundial de la Salud (OMS) como "zonas calientes", delimitadas con transmisión elevada, favorecida por condiciones medioambientales favorables, aunque existan zonas con riesgo muy bajo o nulo (4).

La Constitución Nacional de Colombia ha consagrado que el tercer nivel territorial del área rural son los corregimientos (5), pero en la práctica la mínima división del territorio para los municipios son las veredas. En Colombia, los abordajes territoriales de exploración han alcanzado los ámbitos departamental o municipal; mientras que no se ha abordado el ámbito veredal. En el país no hay antecedentes de investigaciones de LC que hayan utilizado técnicas estadísticas de agrupación espacial o la autocorrelación para analizar la epidemiología de LC al tercer nivel territorial. Ante este panorama, el presente estudio se propuso identificar y estratificar los focos y microfocos de LC del departamento de Santander revisando la procedencia de casos en las veredas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio transversal descriptivo de los casos de LC de 11 años correspondientes al periodo 2010-2020. La fuente de información utilizada es el registro de la notificación de casos

de LC (código 420) al Sistema de Vigilancia en Salud Pública (Sivigila). La base de datos original que incluye datos básicos y complementarios en formato Excel fue suministrada por el Programa de Enfermedades de Transmisión Vectorial departamental.

Área de estudio

En total, el departamento de Santander cuenta con 87 municipios (82 de ellos de categorías 4, 5 y 6) en 7 provincias administrativas. El territorio está ubicado entre los 75 y los 4270 m s. n. m., con 15 zonas de vida, según Holdridge (6). El régimen de lluvias es bimodal, con una temporada de lluvias en abril y mayo, y otra en septiembre y octubre, y temporadas secas durante los meses de diciembre, enero a febrero y de manera disminuida como representativa en junio, julio y agosto (6).

Depuración de datos de morbilidad

Se excluyeron registros descartados en el Sivigila por cualquier motivo, por ser procedentes de países o departamentos diferentes a Colombia y Santander, los casos reportados en la semana epidemiológica 53, los casos de las Fuerzas Militares y de Policía (por su aseguramiento), los registros con información de procedencia confusa o que no pudo ser equiparada con alguna de las localidades disponibles.

Se consideraron duplicados y se excluyeron los registros repetidos con menos de seis meses de diferencia en la fecha de inicio de síntomas, porque se priorizó la inicialmente notificada. Los registros de casos procedentes de centros poblados se asignaron a la vereda que los contiene; mientras que aquellos procedentes de cascos urbanos se identificaron, pero excluyeron de la investigación. De acuerdo con la evidencia de la información de procedencia, se reasignó a localidades y municipios.

Tratamiento de la información cartográfica

Los *shapes* (capas) de límites administrativos departamental, municipales y veredales, se obtuvieron del geoportal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (7). Para Santander, el DANE reconoce 87 municipios y 1991 veredas (8). Para verificar el número, nombre y ubicación de las veredas en el territorio, se revisaron planes de desarrollo de diferentes años, esquemas de ordenamiento territorial, bases de datos de escuelas rurales, acueductos veredales, planos geomorfológicos, mapas municipales y veredales, planes de gestión de riesgo, listas de barrios y sectores de áreas urbanas y centros poblados y, finalmente, antes de descartar la procedencia no encontrada, se sometió a búsquedas en el buscador Google, y con base en la revisión, se modificó el *shape* original, según fue necesario, para minimizar la pérdida de datos. Así se

alcanzó un total de 2055 localidades en el *shape* y se utilizó el sistema de información geográfica (SIG) Quantum GIS Geographic Information System, QGIS 3.10 versión la Coruña.

Datos de población

Los datos de población se obtuvieron de las proyecciones de población del DANE, basadas en el censo nacional de 2005. Se utilizaron los datos de proyección de 2010 a 2020, discriminados por área. No hubo información de población disponible a nivel de veredas.

Identificación de comportamientos inusuales

Por tratarse de un evento de baja prevalencia, se realizó un análisis de probabilidad de Poisson para identificar comportamientos inusuales en la notificación de casos anuales, de acuerdo con su comportamiento medio de los últimos cuatro años. Esto permitió identificar los municipios que presentaron diferencias significativas entre lo esperado y lo observado con un valor de significancia ($p < 0{,}05$) y el total de semanas epidemiológicas (SE) en brote, el número de años con SE en brote y la media anual de SE en brote durante un periodo de siete años, iniciando en 2014.

Estratificación del riesgo epidemiológico de transmisión

Se usó la metodología descrita por la Organización Panamericana de la Salud en 2019 (9), en la que para cada unidad territorial se calculan los datos de casos, incidencia y densidad de casos de los tres últimos años para definir un índice compuesto anual de LC (ICALc), definido como la sumatoria del índice normalizado de casos + índice normalizado de incidencia, con los que se promedia un índice compuesto trienal de LC (ICTLc) que categoriza cada unidad territorial analizada, estimando los puntos de los cortes naturales (*natural break points*); generando así cinco estratos de riesgo de transmisión: baja, media, alta, intensa y muy intensa, y clasificando las áreas sin transmisión como vulnerables y no vulnerables. Los datos y capas se procesaron en el programa Excel 2019 y el *software* QGIS.

Identificación de conglomerados espaciales y focos calientes

A efectos de detectar agrupaciones locales de casos se utilizó la prueba de escaneo circular de Kulldorff, por medio del sistema SaTScan (*software for the spatial, temporal and space-time scan statistics*) versión 10.03, y para calcular la autocorrelación espacial se usó el índice de local de Moran, empleando el *software* GeoDa, versión 1.18.0™.

En aras de identificar la agrupación espacial de municipios con alta incidencia de LC se ejecutó la prueba de escaneo circular de Kulldorff (10). El escaneo espacial se concretó con las siguientes características: análisis espacial puro, modelo de probabilidad de Poisson, coordenadas geográficas, datos de frecuencia y población de las localidades, un mínimo de cinco casos (como tasa alta por conglomerado), tamaño de conglomerado espacial máximo igual al 20 % de la población total, sin ajuste por covariables y con base en 99 999 simulaciones de Monte Carlo, para determinar la probabilidad de que la frecuencia observada de individuos infectados se deba al azar en relación con la frecuencia esperada bajo la hipótesis nula de no conglomerado.

El cálculo del índice de autocorrelación espacial local de Moran veredal se ejecutó con un esquema de contigüidad tipo *Queen*. La aplicación del índice de Moran se desarrolló en dos etapas. En la primera se realizó una autocorrelación entre los casos de LC, calculando el índice global de Moran en cada año de estudio. En la segunda etapa se determinaron los indicadores locales de asociación espacial (LISA, por sus siglas en inglés) para mostrar la presencia o ausencia de conglomerados espaciales significativos o valores atípicos en las veredas.

El índice de Moran representa la pendiente de una recta y los datos aparecen agrupados en cuatro cuadrantes de conglomerados, de acuerdo con el nivel de frecuencia (alta o baja) de la unidad territorial respecto al nivel de frecuencia del evento medido (alta o baja) en las unidades territoriales vecinas, lo cual resulta en cuadrantes tipo 1: alto-alto; tipo 2: bajo-alto; tipo 3: bajo-bajo, y tipo 4: alto-bajo, con los que se generaron mapas de conglomerados o mapas LISA, que reflejan agrupamientos de datos con base en indicadores locales de asociación espacial (11).

Los conglomerados resultantes se nombraron acuñando una característica territorial representativa, como nombre del municipio o vereda integrante, un río o formación montañosa de la región y se clasificaron en tres tipos diferentes: tipo 1: aquellos conglomerados grandes, con persistencias entre 9 y 11 años (>80 % de los años en estudio); tipo 2: aquellos más pequeños, menos persistentes (entre 2 y 8 años), y tipo 3: conglomerados pequeños que solo aparecieron durante un año del periodo explorado.

Consideraciones éticas

Al tratarse de un estudio observacional transversal retrospectivo en el que se manejan fuentes secundarias, en el marco del artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, es considerado sin riesgo.

RESULTADOS

Comportamiento de la notificación

De acuerdo con la base de datos original, se notificaron 7184 casos de LC con procedencia del departamento de Santander en, al menos, 65 municipios en el periodo 2010-2020. En total, se excluyeron 2263 registros (31,50 %) de la siguiente forma: con un único criterio de exclusión se identificaron 1744 (24,80 %) registros; con dos o más criterios de exclusión, 495 (6,90 %) registros, y 24 registros duplicados (0,33 %). Dentro de los registros excluidos, se resalta que en 1570 (21,85 %) no hubo un dato claro de procedencia o un dato geográficamente ubicable. No se identificaron registros descartados por ajuste ni notificados en la SE 53. El número de registros que constituyen objeto de análisis de la investigación fue de 4921 (68,50 %), correspondientes a 49 municipios notificadores.

Identificación de comportamientos inusuales

En cuanto a los comportamientos inusuales, pudo determinarse que en 16 municipios hubo incrementos significativos en la notificación (brotes) durante al menos una semana epidemiológica; mientras que los municipios con más semanas en brote fueron Landázuri, con 35 SE; El Carmen de Chucurí, con 30 SE; Rionegro, con 29 SE; El Playón, con 27 SE; San Vicente de Chucurí, con 18 SE, y Bolívar, con 14 SE.

De los 16 municipios con semanas en brote, en tres de ellos (Landázuri, El Carmen de Chucurí y El Playón) hubo brotes en 7 de los 7 años en seguimiento, con una media de 5, 4,3 y 3,9 SE en brote por año, respectivamente. Dos municipios tuvieron brotes en 6 de los 7 años de seguimiento (Rionegro y San Vicente de Chucurí), con una media de 4,8, y 3 SE en brote por año, respectivamente, y otros dos municipios (Bolívar y La Paz) tuvieron 5 de los 7 años de seguimiento con brotes con una media de 2,8, y 1,6 SE en brote por año, respectivamente (tabla 1).

Estratificación del riesgo epidemiológico de transmisión

En la tabla 1 se observa el resultado de la estratificación de riesgo de transmisión. Estos resultados señalan dos municipios en riesgo de transmisión muy intensa, tres en riesgo de transmisión intensa y seis se categorizaron en el riesgo de transmisión alto. Diez municipios no presentaron casos en los últimos tres años, por lo que se categorizaron según su estado de vulnerabilidad (9).

Tabla 1. Notificación, comportamientos inusuales y estratificación de riesgo de transmisión de leishmaniasis cutánea por municipio del departamento de Santander, periodo 2010-2020

	Municipio	Notificación 2010-2020			Comportamientos inusuales por SE en brote 2014-2020			Estratificación del riesgo de transmisión de LC	
		Casos	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Total de SE en brote	Años de persistencia	Media de SE en brote anual	Valor del ITCLc	Estrato de riesgo de transmisión asignado
1	El Carmen de Chucurí	1133	23,02	23,02	30	7	4,3	567,5	Muy Intenso
2	Landázuri	532	10,81	33,83	35	7	5,0	410,2	Intenso
3	Rionegro	490	9,96	43,79	29	6	4,1	367,0	Intenso
4	El Playón	379	7,70	51,49	27	7	3,9	602,7	Muy Intenso
5	San Vicente de Chucurí	369	7,50	58,99	18	6	2,6	190,8	Alto
6	Bolívar	213	4,33	63,32	14	5	2,0	107,6	Medio
7	La Belleza	203	4,13	67,45	4	3	0,6	255,6	Alto
8	Santa Helena del Opón	189	3,84	71,29	8	4	1,1	361,5	Intenso
9	Sucre	165	3,35	74,64	4	4	0,6	157,6	Alto
10	La Paz	161	3,27	77,91	8	5	1,1	191,7	Alto
11	Cimitarra	142	2,89	80,80	4	3	0,6	51,7	Medio
12	El Peñón	138	2,80	83,60	4	3	0,6	150,8	Alto
13	Lebrija	109	2,21	85,82	1	1	0,1	43,9	Medio
14	Chipatá	94	1,91	87,73	7	2	1,0	38,8	Bajo
15	Vélez	94	1,91	89,64	1	1	0,1	62,7	Medio
16	Florián	82	1,67	91,30	1	1	0,1	79,5	Medio
17	San Benito	73	1,48	92,79	0	0	0,0	145,2	Alto
18	Simacota	49	1,00	93,78	0	0	0,0	62,6	Medio
19	Betulia	42	0,85	94,64	0	0	0,0	34,3	Bajo
20	Güepsa	38	0,77	95,41	0	0	0,0	18,2	Bajo
21	Sabana de Torres	35	0,71	96,12	0	0	0,0	72,9	Medio
22	Zapatoca	27	0,55	96,67	0	0	0,0	109,3	Medio
23	Girón	22	0,45	97,11	0	0	0,0	8,7	Bajo
24	Suáita	20	0,41	97,52	0	0	0,0	12,0	Bajo
25	Guadalupe	15	0,30	97,83	0	0	0,0	21,8	Bajo
26	Albania	13	0,26	98,09	0	0	0,0	35,9	Bajo
27	El Guacamayo	12	0,24	98,33	0	0	0,0	68,5	Medio
28	Barbosa	11	0,22	98,56	0	0	0,0		Vulnerable
29	Suratá	11	0,22	98,78	0	0	0,0	12,6	Bajo
30	Barrancabermeja	10	0,20	98,98	0	0	0,0	7,5	Bajo
31	Bucaramanga	8	0,16	99,15	0	0	0,0	4,4	Bajo

	Municipio	Notificación 2010-2020			Comportamientos inusuales por SE en brote 2014-2020			Estratificación del riesgo de transmisión de LC	
		Casos	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Total de SE en brote	Años de persisten-cia	Media de SE en brote anual	Valor del ITCLc	Estrato de riesgo de transmisión asignado
32	Piedecuesta	7	0,14	99,29	0	0	0,0	1,8	Bajo
33	Puerto Parra	6	0,12	99,41	0	0	0,0		Vulnerable
34	Floridablanca	5	0,10	99,51	0	0	0,0	2,7	Bajo
35	Matanza	4	0,08	99,59	0	0	0,0		Vulnerable
36	Contratación	3	0,06	99,65	0	0	0,0		Vulnerable
37	Curití	2	0,04	99,70	0	0	0,0		No Vulnerable
38	La Aguada	2	0,04	99,74	0	0	0,0	20,4	Bajo
39	Puente Nacional	2	0,04	99,78	0	0	0,0	10,7	Bajo
40	Puerto Wilches	2	0,04	99,82	0	0	0,0		No Vulnerable
41	Chima	1	0,02	99,84	0	0	0,0		Vulnerable
42	Enciso	1	0,02	99,86	0	0	0,0	-0,8	Bajo
43	Guavatá	1	0,02	99,88	0	0	0,0	11,6	Bajo
44	Hato	1	0,02	99,90	0	0	0,0	21,3	Bajo
45	Oiba	1	0,02	99,92	0	0	0,0		Vulnerable
46	Páramo	1	0,02	99,94	0	0	0,0		No Vulnerable
47	San Joaquín	1	0,02	99,96	0	0	0,0		No Vulnerable
48	San Miguel	1	0,02	99,98	0	0	0,0	17,0	Bajo
49	Tona	1	0,02	100,0	0	0	0,0	4,1	Bajo

SE: Semana Epidemiológica; LC: Leishmaniasis Cutánea; ICTLc: Índice Compuesto Trienal de Leishmaniasis Cutánea.

Identificación de conglomerados espaciales y focos calientes

Según el estadístico de escaneo espacial de Kulldorff, hay ocho conglomerados espaciales de alto riesgo para LC. Los conglomerados detectados incluyeron el 17,24 % (15/87) de los municipios y el 22,46 % (114 249/508 760) de la población a riesgo en el área de estudio. En estas áreas, el riesgo relativo (RR) de aparición de la enfermedad varió entre 1,89 y 10,47 veces mayor que el riesgo fuera de ellas. De los ocho conglomerados definidos por el programa, seis corresponden a municipios independientes; mientras que los conglomerados 4 y 7 están compuestos por tres y seis municipios respectivamente (tabla 2 y figura 1) y todos los conglomerados se encuentran situados en el flanco occidental de la cordillera.

Tabla 2. Resumen de resultados arrojados por el estadístico de análisis espacial de Kulldorff del análisis de conglomerados de leishmaniasis cutánea en el departamento de Santander periodo 2010-2020

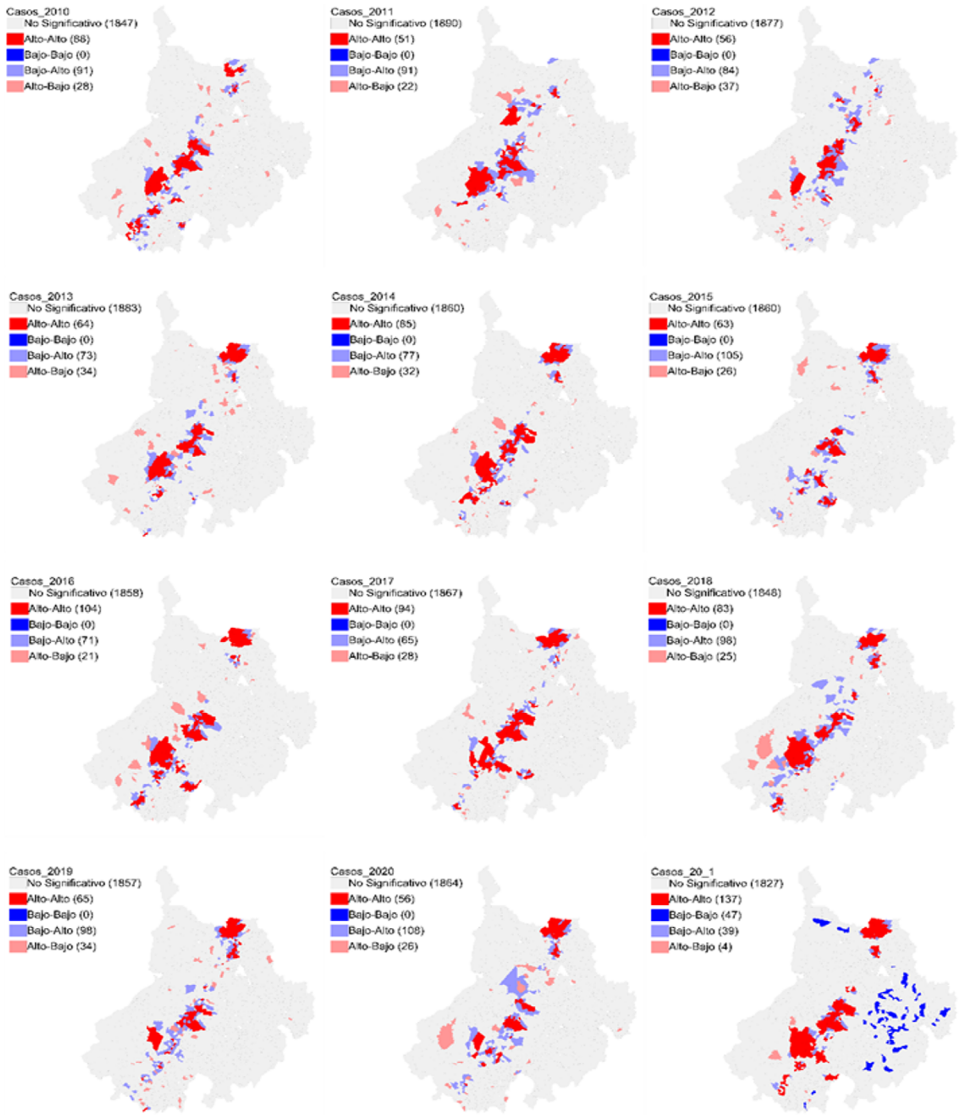
Conglo-merado	Identificación centroide	Radio (km)	Localidades (municipios)	Riesgo Relativo
1	El Carmen de Chucurí	<1	El Carmen de Chucurí	10,47
2	Landázuri	<1	Landázuri	5,13
3	El Playón	<1	El Playón	6,61
4	Sucre	13,7	Sucre, La Belleza, El Peñón	2,94
5	Santa Helena del Opón	<1	Santa Helena del Opón	5,42
6	Rionegro	<1	Rionegro	2,60
7	San Benito	17,3	San Benito, La Aguada, Güepsa, Chipatá, El Guacamayo, La Paz	2,34
8	San Vicente de Chucurí	<1	San Vicente de Chucurí	1,89

Nota. La referencia de comparación del RR son las localidades por fuera del conglomerado. La significancia estadística se evaluó utilizando la prueba de Monte Carlo con 99 999 iteraciones. El valor de p para todos los casos fue de 1E-17.

El índice global de Moran para todos los años de estudio con un nivel de significancia de 0,00001 se calculó entre 0,2207 y 0,3461 respecto a valores simulados de Moran de −0,0005; entre tanto, los valores de Z se ubicaron entre 16,9967 y 26,5255. Estos resultados indican que los casos de LC tienden a estar agrupados en el espacio con significancia estadística, lo cual permitió avanzar en segunda etapa con la construcción de los mapas de conglomerados LISA anuales.

El análisis de los mapas LISA revela que existen al menos 18 conglomerados espaciales significativos o valores atípicos en las veredas con diferentes persistencias y un número cambiante de localidades que los conforman (figura 1). Diez de estos se definieron según los agrupamientos de casos según el mapa LISA del periodo 2010-2020, comparado con cada uno de los mapas LISA anuales, y deben considerarse focos calientes de transmisión de la enfermedad; mientras que los ocho agrupamientos restantes se tomaron directamente de los diferentes mapas LISA anuales.

Figura 1. Conglomerados de LISA con significancia del 0,05 % que detallan los conglomerados de casos de leishmaniasis cutánea de 2010 a 2020



Nota. Las áreas rojas indican focos calientes, es decir, áreas de alta frecuencia rodeadas de áreas de alta frecuencia (alto-alto).

En el primer tipo de conglomerados están aquellos relativamente bien definidos en el tiempo y el espacio y que generan la mayor transmisión en el departamento. Se encuentran cinco que denominamos como El Playón, Rionegro y El Carmen (por la representatividad de los municipios), Cerro de Armas (como la formación montañosa) y El Horta (por el río del sector), distribuidos en 10 municipios. El conglomerado de El Playón se conformó por hasta 45 localidades alto-alto. Hacia el sur de este, se encuentra el conglomerado Rionegro, ubicado en el municipio homónimo y conformado por hasta 10 localidades alto-alto. En el centro del departamento se encuentra el conglomerado El Carmen, con hasta 45 localidades alto-alto, ubicadas sobre todo en la mayor parte del municipio de El Carmen de Chucurí y otras en los municipios de San Vicente de Chucurí y Simacota. El conglomerado Cerro de Armas, ubicado en el sector norte del municipio de Landázuri y algunas veredas de los municipios de Cimitarra, cuenta aproximadamente con hasta 21 localidades alto-alto, y el conglomerado El Horta, ubicado entre los municipios de El Peñón, Landázuri y Bolívar, está conformado por hasta 12 localidades alto-alto (tabla 3).

Tabla 3. Conglomerados espaciales significativos o con valores atípicos detectados por medio del análisis de frecuencia de leishmaniasis cutánea en las veredas del departamento de Santander

Tipo de conglomerado	Nombre del conglomerado	Composición territorial		Localidades alto-alto				Casos leishmaniasis cutánea departamento (%)		
		# localidades	Municipios	Total relacionadas 2010 a 2020	Cant. mínima	Cant. máxima	Persistencia	Aporte municipal	Aporte del conglomerado	Acumulado conglomerado
1	El Carmen	36	El Carmen de Chucurí	45	18	38	11	37,00	44,49	44,49
		6	San Vicente de Chucurí					6,75		
		3	Simacota					0,74		
	El Playón	12	El Playón	15	0	12	9	13,50	14,09	58,58
		2	Rionegro					0,44		
		1	Surata					0,15		
	Cerro de Armas	19	Landázuri	21	3	16	11	4,19	11,53	70,11
		3	Cimitarra					7,34		
	Rionegro	10	Rionegro	10	2	9	11	9,53	9,53	79,64
	El Horta	8	Bolívar	12	0	7	10	2,71	4,71	84,35
		3	Landázuri					0,19		
		1	El Penhon					1,82		

Tipo de conglomerado	Nombre del conglomerado	Composición territorial		Localidades alto-alto				Casos leishmaniasis cutánea departamento (%)		
		# localidades	Municipios	Total relacionadas 2010 a 2020	Cant. mínima	Cant. máxima	Persistencia	Aporte municipal	Aporte del conglomerado	Acumulado conglomerado
2	Mirabuenos	6	La Paz	10	0	8	8	3,56	4,56	88,91
		3	Vélez					0,15		
		1	Santa Helena del Opón					0,85		
	Ropero Norte	3	Chipatá	6	0	6	2	1,85	3,23	92,14
		1	Güepsa					0,70		
		2	San Benito					0,67		
	La Tipa Norte	4	Sucre	4	0	4	4	1,11	1,45	93,59
		1	El Penhon					0,33		
	La Tipa Sur	6	La Belleza	6	0	5	4	1,41	1,41	94,99
	Piedras	2	Florián	2	0	1	3	1,04	1,04	96,03
	Cantarranas	3	San Vicente de Chucurí	3	0	2	2	0,56	0,56	96,59
3	Ropero Sur	3	Vélez	6	0	6	1	1,00	1,41	98,29
		2	Barbosa					0,33		
		1	Güepsa					0,07		
	Bajo Sogamoso	1	San Vicente de Chucurí	2	0	2	1	0,56	0,82	99,11
		1	Barrancabermeja					0,26		
	San Antonio	1	Suáita	3	0	3	1	0,26	0,37	99,48
		1	Guadalupe					0,07		
		1	La Aguada					0,04		
	Rio Sucio	2	Lebrija	2	0	2	1	0,30	0,30	99,78
	Bocas del Plan	2	Santa Helena del Opón	1	0	2*	1	0,30	0,30	96,89
	Payoa	1	Sabana de Torres	1	0	1	1	0,11	0,11	99,89
	Horta Medio	1	Bolívar	1	0	1	1	0,11	0,11	100,00

*Una localidad clasificada como Alto-Alto por el estadístico local de Moran en el acumulado del periodo.

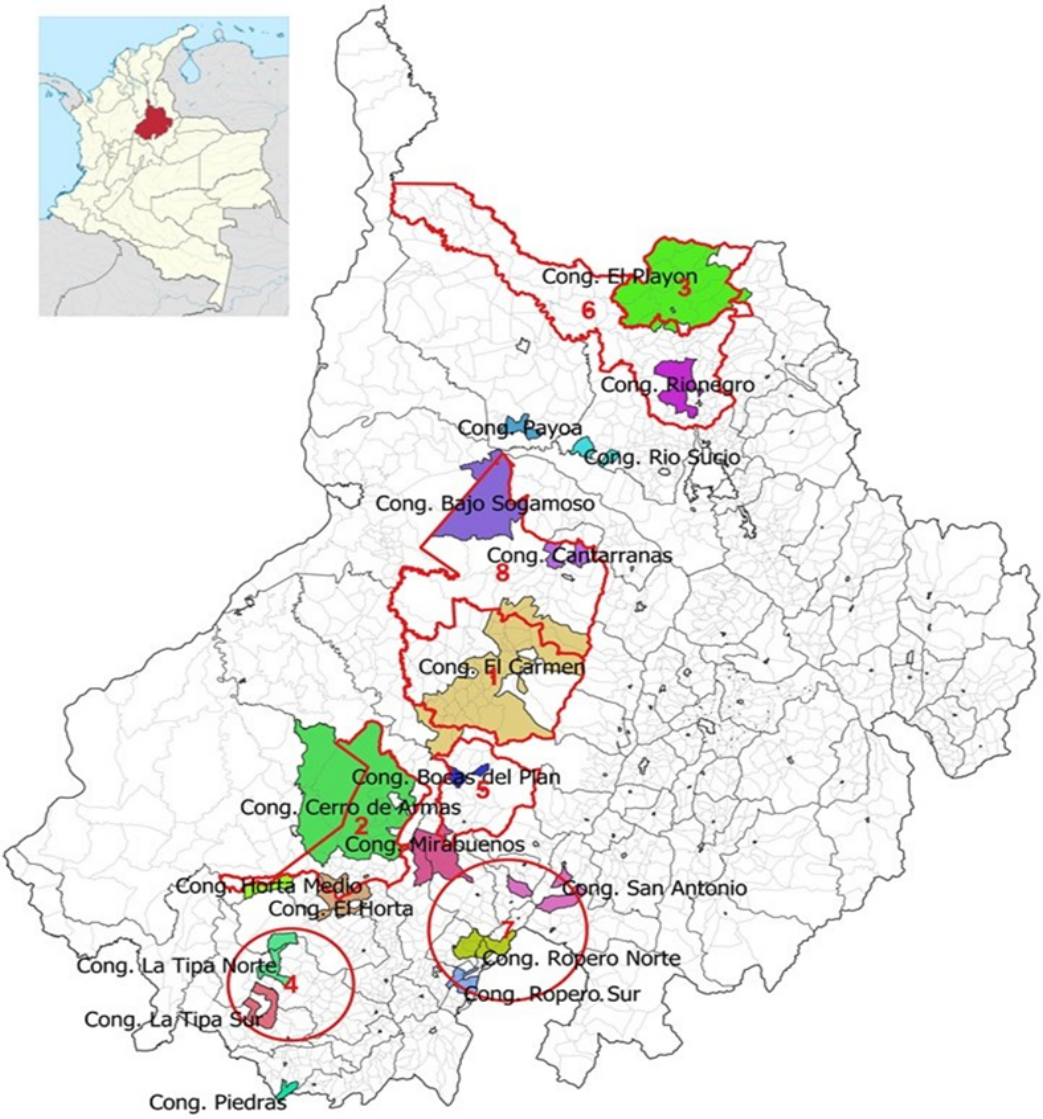
El segundo tipo está conformado por seis conglomerados menos definidos en el tiempo y el espacio, distribuidos en 11 municipios: el conglomerado Mirabuenos (por la localidad), con hasta 10 localidades alto-alto compartidas en los municipios de La Paz, Santa Helena y Vélez; el conglomerado Ropero Norte (por el sector de la quebrada de este nombre), entre los municipios de Chipatá, Güepsa y San Benito, conformado por 6 localidades alto-alto; el conglomerado La Tipa Norte (por el sector de la quebrada de este nombre), ubicado entre los sectores centrales de los municipios de El Peñón y Sucre, con hasta 4 localidades alto-alto; el conglomerado La Tipa Sur (por el sector de la quebrada de este nombre), ubicado en el municipio de La Belleza, con hasta 6 localidades alto-alto; el conglomerado Piedras, localizado en el municipio de Florián con hasta 2 localidades alto-alto, y el conglomerado Cantarranas (por la localidad), ubicado al nororiente del municipio de San Vicente de Chucurí, formado por al menos 3 localidades alto-alto (tabla 3).

El tercer tipo está conformado por siete conglomerados, que solo aparecieron durante un año distribuidos en doce municipios: conglomerado Bocas del Plan, con una localidad que se presentó en 2020 en el municipio de Santa Helena del Opón; el conglomerado Ropero Sur, que comprende 6 localidades en los municipios de Vélez, Güepsa y Barbosa, y se presentó en 2010; el conglomerado Bajo Sogamoso, con 2 localidades ubicadas en cercanías del río Sogamoso y comprende localidades de los municipios de San Vicente de Chucurí, Barrancabermeja y se presentó en 2011; el conglomerado San Antonio, que presentó 3 localidades, ubicado entre los municipios de Guadalupe, La Aguada y Suáita, y se presentó en 2017; el Conglomerado Río Sucio, ubicado al occidente del municipio de Lebrija, y se presentó en 2011 con dos localidades; el conglomerado Payoa, ubicado al sur del municipio de Sabana de Torres y surgió en 2012 en una localidad, y, por último, el conglomerado Horta Media, con una localidad, al centro del municipio de Bolívar en 2011 (figura 2 y tabla 3).

DISCUSIÓN

La exclusión de alrededor de la tercera parte de los registros, al no poderse establecer con claridad la procedencia del caso, implica que al menos para este evento la notificación de casos por el Sivigila es susceptible de ser mejorada, tal vez con listados precargados de veredas por cada municipio. Esta dificultad impacta en la microfocalización de la transmisión (basada en la procedencia) y puede ser una barrera para el desarrollo de la vigilancia rutinaria y otros estudios al mínimo nivel territorial. Ello trae como resultado que los reportes de focalización del evento se concentran en los municipios o departamentos, y no en las veredas.

Figura 2. Mapa del departamento de Santander mostrando las agrupaciones locales de casos detectados por la prueba de escaneo circular de Kulldorff (en rojo) y los clústeres de autocorrelación espacial de Moran, leishmaniasis cutánea (diversos colores)



En Colombia se han llevado a cabo estudios de análisis espacial enfocados en investigar los factores de riesgo ambiental de la enfermedad (12-15); otros estudios han utilizado datos de incidencia para hacer análisis espaciales y temporales del comportamiento del evento (16-18), algunos en municipios y departamentos (19-21)Risaralda, between January 2010 and December 2014. An observational study was conducted using information from the clinical records and epidemiological reports of patients diagnosed and confirmed with leishmaniasis of any age and sex, including sociodemographic, clinical, and pharmacological variables of the therapy received. Univariate and bivariate analyses were performed. A total of 539 cases of leishmaniasis were confirmed, with 29.5% occurring in children under 5 years of age. The median age was 10 years, with predominance in males (55.5%, llegando incluso a focalizarse en las veredas (22); sin embargo, esta investigación es novedosa, al articular la información de la vigilancia con técnicas estadísticas de agrupación y autocorrelación espacial para analizar la epidemiología de LC al mínimo nivel territorial, pues ello permite identificar y estratificar los focos y microfocos con significancia estadística en un departamento endémico de Colombia, como lo es Santander.

En diferentes países como Irán, China Marruecos y sobre todo Brasil se han desarrollado estudios de análisis espacial de LC, y especialmente LV, con los estadísticos de análisis espacial usados en este estudio y otros diferentes (23-28). Dichos estudios han tenido como objetivo principal identificar áreas de alta prioridad o riesgo de transmisión y han aportado información fundamental para definir las medidas de prevención y estrategias de control más relevantes. De ahí que sugieran la necesidad de investigar las relaciones ambientales y geográficas que subyacen en la transmisión. Este tipo de estudios se presentan también con otras enfermedades de transmisión vectorial, como la malaria, entre los que destacan las investigaciones de focos calientes de transmisión por Grillet et al. (29) para el estado de Sucre, en Venezuela.

De acuerdo con la guía de vigilancia y control entomológico de LC, la finalidad de la vigilancia de brotes y focos es definir las áreas de mayor transmisión (30). Una aplicación práctica de esto la desarrollaron Melo et al. (31), en Brasil, usando los estadísticos de análisis espacial, donde encontraron que durante los 13 años de estudio, solo dos municipios mantuvieron alta asociación de casos y desempeñaron un rol de mantenimiento de la transmisión de LC.

En esta investigación, con los hallazgos del escaneo espacial de Kulldorff ejecutado en los municipios se identificaron conglomerados de municipios coincidentes con los 18 agrupamientos de localidades detectados con el índice local de Moran y, a su vez, esta coincidencia particu-

lariza territorialmente los resultados del análisis epidemiológico y se constituye en una importante fuente de información para los equipos de vigilancia y de control de la LC en los territorios.

En 5 de los 18 conglomerados detectados ocurre el 84,35% de la transmisión. Ello abarca 104 veredas y 10 municipios, y son estos los que deben ser priorizados y caracterizados por los territorios para definir su estrategia de control integral. Esto puede ser de particular importancia en el marco del denominado Plan Estratégico Leishmaniasis 2018-2022 del Ministerio de Salud y Protección Social, ya que se logra avanzar en los componentes de inteligencia epidemiológica, gestión del conocimiento y rutinas de análisis de información, y porque se constituiría en la línea base del plan de gestión de focos de transmisión (32).

Para los conglomerados de tipo 2 no puede darse la inferencia inmediata y definirlos como focos de transmisión de LC. Deben indagarse, adicionalmente, las actividades o comportamientos de los habitantes que pueden llevar a la presentación de brotes y casos en diferentes localidades, y la interpretación de la autocorrelación espacial dependerá de la información de vigilancia centinela e investigaciones epidemiológicas de caso. En los conglomerados del tipo 3, lo apropiado es verlos como unidades territoriales que el estadístico local de Moran presenta con más casos que sus aledañas. De hecho, su presentación ocasional sugiere que no son focos de transmisión, pues apunta a que se trata de casos importados o con error en la procedencia. En cualquier caso, se requieren las actividades de vigilancia epidemiológica antes mencionadas para confirmar o descartar esta idea.

La distribución de los conglomerados detectados muestra una fuerte restricción territorial, al estar ubicados sobre el sector occidental de la cordillera Oriental, en las zonas de vida vegetación de bosque seco tropical (bs-T), vegetación de bosque muy húmedo tropical (bmh-T), vegetación de bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y vegetación de bosque pluvial premontano (bp-PM) (6). Estas zonas de vida sustentan la presencia de vectores, parásitos y reservorios y, en consecuencia, las actividades agrícolas, ganaderas, extractivas o recreativas exponen a la población al riesgo de infección (33). Ello podría explicar la aparición de brotes o casos aislados en diferentes localidades, por ejemplo, al sur del departamento en los conglomerados de la Tipa Norte y la Tipa Sur (figura 3).

CONCLUSIONES

Los métodos estadísticos utilizados y el uso de herramientas SIG en el análisis de la información epidemiológica permitieron identificar con significancia estadística que existen, al menos, once

focos de transmisión activa de LC, con algún grado de persistencia en el tiempo y en el espacio. Este estudio determinó que detrás de los focos regionales o municipales se esconden comportamientos de agregación espacial de microfocos de diferente extensión, intensidad y temporalidad. Se evidencia la necesidad de caracterizar las áreas en riesgo por parte de los territorios e integrar esta información en el análisis de los determinantes de la transmisión del evento, así como mejorar las acciones de revisión y ajuste epidemiológico con investigaciones de caso y la integración de esos hallazgos al Sivigila.

Finalmente, los resultados del presente estudio muestran que la LC sigue siendo un grave problema de salud pública en Santander, en la que muchos focos se presentan como puntos calientes de transmisión persistente y en la que pueden surgir brotes esporádicos en localidades o zonas sin previo reporte de casos.

Fortalezas

Esta investigación demuestra que contando con la información depurada y ajustada de vigilancia epidemiológica, con *software* de SIG y de análisis espacial de uso libre, es posible hacer un abordaje rutinario, sistemático y estratificado al mínimo nivel territorial que permita visualizar en mapas las áreas de alto riesgo de transmisión de LC en el marco de la inteligencia epidemiológica (30,32).

Limitaciones

La calidad del dato de procedencia del caso, en términos del lugar más probable de infección consignado en el Sivigila, no siempre es diligenciado o confiable. La ausencia de denominadores poblacionales en las veredas limitó el análisis local e impidió suavizar posibles distorsiones de tasas de población entre las localidades. El análisis espacial en la investigación está restringido a un periodo de once años. El estadístico de exploración de Kulldorff se usa para detectar conglomerados circulares y no tiene la misma tasa de éxito cuando se detectan conglomerados irregulares (10); no obstante, consideramos que los resultados basados en centroides espaciales fueron coherentes con los otros hallazgos del estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los doctores Juan David Gutiérrez y Laura Andrea Villamizar, por sus aportes en el manejo de *software* de análisis especial y aportes generales.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses personales, académicos, políticos o financieros.

REFERENCIAS

1. Instituto Nacional de Salud, Ministerio de Salud y Protección Social, Organización Panamericana de la Salud. Protocolo de vigilancia en salud pública de leishmaniasis [internet]. Bogotá; 2020. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Documents/Salud%20P%C3%BAblica/Ola%20invernal/protocolo%20LEISHMANIASIS.pdf

2. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Leishmaniasis: informe epidemiológico de las Américas [internet]. Washington; 2020 dic. Disponible en: https://iris.paho.org/handle/10665.2/53089

3. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Lineamiento para la gestión y operación del programa de enfermedades transmitidas por vectores y zoonosis y otras consideraciones para la ejecución de sus transferencias nacionales de funcionamiento [internet]. Bogotá; 2020. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/lineamientos-gestion-programa-transferencias-etvzoonosis-2020.pdf

4. Comité de Expertos de la OMS sobre el Control de las Leishmaniasis. Control de las leishmaniasis: informe de una reunión del Comité de Expertos de la OMS sobre el control de las Leishmaniasis, Ginebra, 22 a 26 de marzo de 2010 [internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2012. Disponible en: https://iris.who.int/handle/10665/82766

5. Congreso de la República de Colombia. Constitución Política de Colombia de 1991 [internet]. Bogotá; 1991 p. 170. Disponible en: https://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion politica de Colombia.pdf

6. Gobernación de Santander, Universidad Industrial de Santander. Santander 2030: diagnóstico dimensión biofísico ambiental territorial de Santander. Bucaramanga; 2011.

7. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Geoportal: Marco Geoestadístico Nacional (MGN) [internet]. 2017 [citado 2021 sep 21]. Disponible en: https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/descarga-mgn-marco-geoestadistico-nacional/

8. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Geoportal DANE: nivel de referencia veredas [internet]. 2017 [2021 sep 13]. Disponible en: https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/nivel-de-referencia-de-veredas/

9. Organización Panamericana de la Salud. Manual de procedimientos para la vigilancia y control de las leishmaniasis en las Américas [internet]. Washington D.C.; 2019. Disponible en: https://iris.paho.org/handle/10665.2/57740

10. Kulldorff M. A spatial scan statistic. Commun Stat Theory Methods. 1997;26(6):1481-96. https://doi.org/10.1080/03610929708831995

11. Celemín JP. Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial: importancia, estructura y aplicación. Rev Univ Geogr [internet]. 2009;18:11-31. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-42652009000100002&script=sci_abstract

12. Altamiranda-Saavedra M, Gutiérrez JD, Araque A, Valencia-Mazo DJ, Gutiérrez R, Martínez-Vega RA. Effect of El Niño Southern Oscillation cycle on the potential distribution of cutaneous leishmaniasis vector species in Colombia. PLoS Negl Trop Dis. 2020;14(5):e0008324. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008324

13. Hernández AM, Gutierrez JD, Xiao Y, Branscum AJ, Cuadros DF. Spatial epidemiology of cutaneous leishmaniasis in Colombia: socioeconomic and demographic factors associated with a growing epidemic. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2019;113(9):560-8. https://doi.org/10.1093/trstmh/trz043

14. King RJ, Campbell-Lendrum DH, Davies CR. Predicting geographic variation in cutaneous leishmaniasis, Colombia. Emerg Infect Dis. 2004;10(4):598-607. https://doi.org/10.3201/eid1004.030241

15. Ocampo CB, Ferro MC, Cadena H, Gongora R, Pérez M, Valderrama-Ardila CH, et al. Environmental factors associated with American cutaneous leishmaniasis in a new Andean focus in Colombia. Trop Med Int Heal. 2012;17(10):1309-17. https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2012.03065.x

16. Herrera G, Teherán A, Pradilla I, Vera M, Ramírez JD. Geospatial-temporal distribution of tegumentary Leishmaniasis in Colombia (2007-2016). PLoS Negl Trop Dis. 2018;12(4):1-14. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006419

17. Silveira Maia-Elkhoury AN, Yadón Z, Saboyá Díaz MI, Araújo Lucena F, Castellanos LG, Sanchez-Vazquez MJ. Exploring spatial and temporal distribution of cutaneous leishmaniasis in the Americas, 2001-2011. PLoS Negl Trop Dis. 2016;10(11):2001-11. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005086

18. Pérez-Flórez M, Ocampo CB, Valderrama-Ardila C, Alexander N. Spatial modeling of cutaneous leishmaniasis in the Andean region of Colombia. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2016;111(7):433-42. https://doi.org/10.1590/0074-02760160074

19. Medina-Morales DA, Machado-Duque ME, Machado-Alba JE. Epidemiology of cutaneous leishmaniasis in a Colombian municipality. Am J Trop Med Hyg. 2017;97(5):1503-7. https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-023

20. Picón-Jaimes YA, Abril-Sánchez LR, Ruíz-Rodríguez EJ, González-Jiménez NM, Jiménez--Peña OM. Epidemiological behavior, geographic distribution and initial clinical management of cutaneous leishmaniasis in Boyacá. 2008-2015. Rev Fac Med. 2018;66(2):159-69. https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n2.62196

21. Torres Prieto A. Leishmaniasis: caracterización y focalización del riesgo por veredas en el departamento del Guaviare 2000-2004. Inf Quinc Epidemiológico Nac [internet]. 2005;10(23):358-67. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador/IQEN/IQEN%20vol%2010%202005%20num%2023.pdf

22. Torres Prieto A. Leishmaniasis: caracterización y focalización del riesgo por veredas en el departamento del Guaviare 2000-2004. Inf Quinc Epidemiológico Nac. 2005;10(23):358-64.

23. Abedi-Astaneh F, Hajjaran H, Yaghoobi-Ershadi MR, Hanafi-Bojd AA, Mohebali M, Shirzadi MR, et al. Risk mapping and situational analysis of cutaneous leishmaniasis in an endemic area of Central Iran: a GIS-based survey. PLoS One. 2016;11(8):1-16. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161317

24. Zheng C, Fu J, Li Z, Lin G, Jiang D, Zhou XN. Spatiotemporal variation and hot spot detection of visceral leishmaniasis disease in Kashi prefecture, China. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(12). https://doi.org/10.3390/ijerph15122784

25. Tavares Cardoso DT, Costa de Souza D, De Castro VN, Geiger SM, Soeiro Barbosa D. Identification of priority areas for surveillance of cutaneous leishmaniasis using spatial analysis approaches in Southeastern Brazil. BMC Infect Dis. 2019;19(1):1-11. https://doi.org/10.1186/s12879-019-3940-4

26. Adham D, Moradi-Asl E, Dorosti A, Khaiatzadeh S. Spatial autocorrelation and epidemiological survey of visceral leishmaniasis in an endemic area of Azerbaijan region, the northwest of Iran. PLoS One. 2020;15(8

August):1-13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236414

27. Braz BMDA, Silva RBS, Lins SC, Silva DRX, Ramalho WM, De Melo MA. Demographic and spatial study of visceral leishmaniasis in the state of Alagoas, Brazil, during 2007-2018. Rev Soc Bras Med Trop. 2021;54(September 2020):1-8. https://doi.org/10.1590/0037-8682-0610-2020

28. Sadeq M. Spatial patterns and secular trends in human leishmaniasis incidence in Morocco between 2003 and 2013. Infect Dis Poverty. 2016;5(1):1-13. https://doi.org/10.1186/s40249-016-0135-8

29. Grillet ME, Martínez JE, Barrera R. Focos calientes de transmisión de malaria: implicaciones para un control. Bol Malariol Salud Ambient. 2009;XLIX(2).

30. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Medicina, Organización Panamericana de la Salud. Guía de vigilancia entomológica y control de leishmaniasis Colombia. Bogotá; 2010.

31. Melo HA, Rossoni DF, Teodoro U. Spatial distribution of cutaneous leishmaniasis in the state of Paraná, Brazil. PLoS One. 2017;12(9):1-10. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185401

32. Mendigaña Páez FA. Plan estrategico leishmaniasis 2018-2022 [internet]. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2018. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/plan-estrategico-leishmaniasis-2018-2022.pdf

33. López Carvajal L, Román-Barrientos JJ, Cardona-Arias A. Factores de riesgo para leishmaniasis cutánea: revisión sistemática de estudios de casos y controles. iMedPub Journals. 2017;13(4):1-9. http://doi.org/10.3823/1372

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional